

ERGEBNISSE BEI DER BEATMUNG
AUF DER PÄDIATRISCHEN INTENSIVSTATION
DER KINDERKLINIK
DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN
WÄHREND DER ERSTEN ACHT JAHRE
IHRES BESTEHENS

Angelika Seifert

1982

Aus der Kinderklinik der Universität München, im Dr. v.
Haunerschen Kinderspital

Ärztliche Leitung: Professor Dr. med. Klaus Betke

ERGEBNISSE BEI DER BEATMUNG AUF DER PÄDIATRISCHEN INTEN-
SIVSTATION DER KINDERKLINIK DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN WÄH-
REND DER ERSTEN ACHT JAHRE IHRES BESTEHENS

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Angelika Seifert

aus
München

Jahr
1981

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Dr. Ina Butenandt
Mitberichterstatter: Prof. Dr. Klaus Betke
Dekan: Prof. Dr. Wolfgang Spann
Tag der mündlichen Prüfung: 22. April 1982



Mein besonderer Dank gilt Frau Dr. I. Butenandt für die Überlassung des Themas und ihre hilfreiche Beratung und jederzeit freundliche Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit.

Ferner danke ich Herrn Professor Dr. K. Betke, daß ich die Arbeit an seiner Klinik durchführen konnte.

Gliederung

A. Einleitung

B. Methoden

1. Krankengut
2. Auswertungskriterien
3. Respiratoren
4. Beatmungsformen

C. Ergebnisse

1. Patientengut
2. Grundkrankheiten - Klinische Diagnosen
3. Zufuhr des Beatmungsgases
4. Maschinelle Beatmung
 - 4.1. Dauer der Beatmung
 - 4.2. Abhängigkeit der Beatmungsdauer von der Grundkrankheit
 - 4.3. Verwendete Respiratoren
 - 4.4. Maximale Sauerstoffkonzentration und maximaler Beatmungsdruck
 - 4.5. Continuous positive airway pressure
5. Ausgang der Behandlung mit dem Respirator
 - 5.1. Ausgang der Behandlung in den einzelnen Jahren
 - 5.2. Abhängigkeit des Behandlungsausgangs von der Grundkrankheit

- 5.3. Abhängigkeit der Prognose vom Lebensalter
- 5.4. Zusammenhang zwischen Beatmungsdauer und Ausgang der Behandlung
6. Keimspektrum im Trachealsekret
7. Sektionsbefunde
8. Veränderungen der Luftwege und der Lungen der sezierten Kinder
9. Lungenveränderungen der Kinder, die nach einem beatmungsfreien Intervall starben - Spätschäden der Beatmung

D. Diskussion

E. Zusammenfassung

F. Tabellen und Abbildungen

G. Literatur

Einleitung

Die Geschichte der künstlichen Beatmung reicht zwar bis zum Beginn der Neuzeit zurück, wo zum ersten Mal die Anwendung von Blasebälgen zur Reanimation schriftlich erwähnt wird, jedoch wurden erst im 19. und 20. Jahrhundert effektivere Methoden der Beatmungstechnik entwickelt (Korr 1973).

1827 beschreibt Leroy einen Sicherheitsblasebalg, der bei Überdruckbeatmung das Kollabieren der Lunge beim Spannungspneumothorax verhindern soll. 1898 wird von Dorrance der erste Prototyp eines modernen Endotrachealtubus entwickelt. Mitte des 19. Jahrhunderts werden die Tankrespiratoren erfunden, die zu Beginn des 20. Jahrhunderts weiter entwickelt werden und auch bei poliomyelitischer Atemlähmung eingesetzt werden. Als 1950 eine Poliomyelitisepidemie ausbricht, zeigt sich jedoch, daß die bis dahin verwendeten Tankrespiratoren für eine Langzeitbeatmung ungeeignet sind, da die Patienten eine Hyperkapnie und Azidose entwickeln. 1953 gelingt es dann Engström, einen Beatmungsapparat - den sogenannten "Universal Respirator" - zu entwickeln, der auch für eine Langzeitbeatmung geeignet ist (Korr 1973). Von diesem Zeitpunkt an findet die maschinelle Beatmung weite Verbreitung, und noch heute werden weiter entwickelte Beatmungsmaschinen der Firma Engström weltweit eingesetzt. Noch jüngeren Datums ist die effektive maschinelle Beatmung im Säuglingsalter, die erst dank verbesserter apparativer Techniken ermöglicht wurde. Mit zunehmender Anwendung der Langzeitbeatmung in den sechziger Jahren ergab sich die Notwendigkeit besserer Überwachung der beatmeten Patienten. Deshalb wurden auch in Deutschland in grossen Krankenhäusern Intensivstationen geschaffen. Diese

entwickelten sich in der Regel aus den bereits vorhandenen chirurgischen Wachstationen und übernahmen als interdisziplinäre Aufgabe auch die Betreuung beatmeter Patienten aus anderen Bereichen der Medizin. Die ersten Kinderintensivstationen Deutschlands entstanden 1965 in der Universitätskinderklinik Mainz und 1967 in der Universitätskinderklinik Düsseldorf. Im Juni 1969 wurde schließlich auch in der Universitätskinderklinik München im Dr. von Hauner'schen Kinderspital eine pädiatrische Intensivstation eingerichtet.

Hier sollen nun die Erfahrungen und Ergebnisse der ersten acht Jahre seit Bestehen der pädiatrischen Intensivstation der Universitätskinderklinik München ausgewertet werden, soweit sie Patienten betreffen, die länger als 24 Stunden beatmet wurden. Gleichzeitig sollen die Ergebnisse der Münchner Intensivstation mit den Ergebnissen der Kinderintensivstationen von Mainz und Düsseldorf, soweit sie uns vorliegen, verglichen werden. Die Einrichtung einer Intensivstation in dieser Klinik war nicht einfach, da die im Altbau vorhandenen Räume erst zweckmäßig umgebaut werden mußten und der Platz sehr begrenzt war. Die Station wurde für zehn Betten geplant, jedoch zeigte sich bald, daß der Platz eigentlich nur für acht Betten ausreichte. Es fehlte vor allem an Arbeitsraum und Abstellfläche. Günstig war, daß die pädiatrische Intensivstation in unmittelbare Nähe von Röntgenabteilung, Herzkatheterlabor, EEG und chemischem Labor gelegt werden konnte (Schöber und Mitarb. 1971).

Als die Intensivstation eröffnet wurde, wurde für die künstliche Beatmung zu dem bereits vorhandenen alten Engström ein Spiromat (Dräger) und ein Bird Respirator

dazu gekauft, um auch assistiert beatmen zu können. Der Beatmungspark wurde in den folgenden Jahren durch einen weiteren Bird Respirator, zwei Benett PR 2-Respiratoren, einen Assistor (Dräger), zwei neue Engström-Respiratoren und schließlich durch einen Servo-Respirator ergänzt.

Methoden

1. Krankengut

Die vorliegende Arbeit erfaßt die Daten von allen Kindern, die länger als 24 Stunden beatmet werden mußten. Kinder, die weniger als 24 Stunden beatmet wurden, wurden nicht berücksichtigt, da bei diesen Fällen das Krankheitsgeschehen von der Grundkrankheit bestimmt wird und die Beatmung selbst zu kurz ist, um den Krankheitsverlauf wesentlich zu beeinflussen. Die Auswertung erstreckt sich über die ersten acht Jahre seit Bestehen der Intensivstation von Juni 1969 bis Juni 1977. In diesem Zeitraum wurden insgesamt 2680 Patienten stationär behandelt. Von ihnen wurden 205 beatmet. 49 wurden weniger als 24 Stunden beatmet, 156 = 6 % wurden länger als 24 Stunden beatmet.

Als die Intensivstation 1969 gegründet wurde, war sie die einzige Kinderintensivstation in München und mußte deshalb zunächst alle intensivbehandlungsbedürftigen Kinder aufnehmen. Hierunter befanden sich sowohl Frühgeborene, als auch Kinder mit Herzfehlern, sowie Kinder nach Unfällen und Operationen. Dies änderte sich, nachdem aus Platzgründen zunächst die Frühgeborenen auf der Frühgeborenenstation beatmet wurden und als schließlich 1975 eine eigene Neugeborenenintensivstation eingerichtet wurde. Einige Monate später wurde dann eine Intensivstation in der kinderchirurgischen Klinik unseres Hauses bezogen, die ab diesem Zeitpunkt die Kinder nach Operationen und Unfällen betreute. Nur die Verbrennungsfälle wurden in einem mit Laminar air flow-Zelt ausgestatteten Zimmer weiter auf der pädiatrischen Intensivpflegestation behandelt. Als letztes wurde im gleichen Jahr in München das Deutsche Herzzentrum mit einer Intensivstation für Kinder gegründet.

2. Auswertungskriterien

Die 156 Kinder wurden zunächst tabellarisch zusammengefaßt. Dies geschah unter Berücksichtigung von Name, Geschlecht, Geburtsdatum, Alter in Tagen oder Jahren, Dauer des stationären Aufenthalts auf der Intensivstation, klinischer Diagnose und, im Fall des Todes, unter Berücksichtigung des pathologischen Befundes. Ferner wurden ausgewertet: Liegedauer von Tubus und Trachealkanüle, Indikation und Dauer der Beatmung, verwendete Beatmungsmaschinen, maximaler Beatmungsdruck und Sauerstoffanteil, sowie Anwendung von kontinuierlichem positiven Atemwegsdruck (continuous positive airway pressure = CPAP) nach der Beatmung. Fast alle Ergebnisse wurden auch graphisch dargestellt. Befunde und Erfahrungen anderer pädiatrischer Intensivstationen wurden zum Vergleich berücksichtigt.

3. Respiratoren

Die Aufgaben eines Respirators lassen sich in vier Arbeitsakte aufgliedern: In die Inspiration, den Umschaltvorgang von Inspiration zu Expiration, in die Expiration, die passiv oder aktiv durch Sog erfolgen kann und in den Umschaltvorgang von Expiration zu Inspiration. Entscheidend für die Funktionsweise eines Beatmungsgeräts sind die Kriterien der Einatemphase (Flow, Druck im Beatmungssystem = Beatmungsdruck, Alveolardruck und Volumen) und die Umschaltung von der Inspirationsphase zur Expirationsphase.

Nach ihrer Arbeitsweise während der Inspiration kann man die Beatmungsgeräte in Stromgeneratoren und Druckgeneratoren einteilen. Die Stromgeneratoren liefern einen unabänderbaren Gasstrom, wobei zwischen Stromgeneratoren mit konstantem Flow und solchen mit sinusförmigem Stromverlauf unterschieden wird. Bei Stromgeneratoren mit konstanter Strömungsgeschwindigkeit kommt es zu Beginn der Inspiration zum plötzlichen Anstieg des Flows auf den eingestellten Wert, der während der gesamten Inspirationsphase beibehalten wird. Ein gleichmäßiger Volumen- und Druckanstieg in der gesunden Lunge ist die Folge. Bei Stromgeneratoren mit sinusförmiger Strömungsgeschwindigkeit verhalten sich auch Volumen- und Druckanstieg s-förmig. Die Druckgeneratoren erzeugen dagegen während der Inspiration einen konstanten Druck im Beatmungssystem. Die hohe Druckdifferenz zwischen Beatmungsdruck und Alveolardruck zu Beginn der Inspiration führt zu einer hohen Anfangsgeschwindigkeit des Gasstromes mit raschem Anstieg des geförderten Volumens und des Alveolardrucks. Nach Ausgleichen der Druckdifferenz ist die Insufflation beendet.

Alle nicht vom Respirator vorgegebenen Kriterien der Einatemphase werden durch die Gegebenheiten der Patientenlage, vor allem von den Widerständen in den Luftwegen und der Compliance bestimmt.

Nach Art der Umsteuerung von Inspiration in Expiration ist eine Einteilung der Beatmungsapparate möglich in:

1. zeitgesteuerte Respiratoren
2. druckgesteuerte Respiratoren
3. flowgesteuerte Respiratoren
4. volumengesteuerte Respiratoren
5. mischgesteuerte Respiratoren

Bei letzteren werden mehrere Faktoren bei der Umsteuerung wirksam. Zeitgesteuerte Respiratoren bestimmen das Ende der Inspiration durch eine zusätzliche pneumatische, elektronische oder elektromechanische Zeitreglervorrichtung, die unabhängig von den Verhältnissen in der Lunge des Patienten, dem applizierten Volumen und dem erreichten Druck arbeitet. Druckgesteuerte Respiratoren beenden die Inspiration, wenn ein einstellbarer Druckwert in dem Beatmungssystem erreicht ist. Bei flowgesteuerten Respiratoren wird die Inspiration beendet, wenn die Gasströmung durch Ausgleich der Druckdifferenz zwischen Beatmungssystem und Alveolen einen definierten Wert unterschreitet. Volumengesteuerte Beatmungsgeräte schalten von der Inspiration zur Expiration um, wenn ein eingestelltes Volumen den Respirator verlassen hat.

Bei den meisten der heute gebräuchlichen Respiratoren kommen zwei der eben erwähnten Steuerungsmöglichkeiten zum Einsatz. Häufig sind es Zeit-Volumen-gesteuerte Geräte oder Druck-Flow-gesteuerte Geräte.

Für die Dauerbeatmung, vor allem aus pulmonaler und kardiozirkulatorischer Indikation, muß den modernen Zeit-Volumen-gesteuerten Geräten gegenüber den Druck-Flow-gesteuerten Respiratoren der Vorzug gegeben werden. Eingehende Untersuchungen zeigten, daß bei Verminderung der Compliance, Zunahme der Atemwegswiderstände als auch bei isolierter Stenosierung in einzelnen Bronchien die Kompensationsfähigkeit der Druck-Flow-gesteuerten Geräte deutlich geringer ist, als die der Zeit-Volumen-gesteuerten Respiratoren (Herden und Lawin 1975).

Steuerung der in der Kinderintensivpflegestation der Universität München verwendeten Respiratoren:

Volumen-Zeit-gesteuert	Druck-Flow-gesteuert	Constant-flow zur IMV-Beatmung
Dräger-Spiromat 661 Engström Respirator ER 200 ER 300 Servo-Ventilator 900	Dräger-Assistor Bird-Respirator Marke 7 Bennett PR 2	Babybird

4. Beatmungsformen

Nach der Auslösung der Inspiration wird zwischen kontrollierter und assistierter Beatmung unterschieden. Bei der kontrollierten Beatmung wird die Inspiration automatisch vom Respirator eingeleitet. Bei der assistierten Beatmung wird der Beginn der Inspiration vom Patienten ausgelöst. Ein spontaner Einatemimpuls triggert durch den entstehenden Unterdruck das Gerät, das durch positiven Druck die Einatmung des Patienten unterstützt. Der negative Druck, der bei Spontanatmung am Anfang der Inspiration in den Lungen des Patienten erzeugt wird, kann jedoch negative Auswirkungen haben: er fördert die Entstehung von Mikroatelektasen, die zu einer Erhöhung des intrapulmonalen Shunts führen. Darüberhinaus kann es zum sogenannten "air-trapping" kommen, indem die Alveolen in der Expiration nicht restlos entlüftet werden können, da die terminalen Bronchioli durch den Sog kollabieren. Deshalb wird heute der kontrollierten Beatmung der Vorzug gegeben, wobei der intrapulmonale Druck bei In- und Expiration positiv gehalten wird (Herden und Lawin 1975).

Um einen beatmeten Patienten vom Respirator zu entwöhnen, wurde in den letzten Jahren das Prinzip der intermittierenden, mandatorischen Ventilation = IMV eingeführt. Bei der IMV-Beatmung handelt es sich um eine kontrollierte Beatmung mit positivem in- und expiratorischen Druck, kombiniert mit Spontanatmung des Patienten, wobei die maschinelle Atemfrequenz niedriger gewählt wird als die Spontanatemfrequenz des Patienten. Das heißt, der Patient atmet spontan, und beispielsweise auf jeden zweiten oder dritten Atemzug des Patienten folgt eine Inspiration durch den Respirator. Dadurch kann man die maschinelle Atemfrequenz ausschleichend verringern.

Ergebnisse

1. Patientengut

Insgesamt wurden 90 Jungen und 66 Mädchen beatmet, das ergibt ein Verhältnis von Jungen zu Mädchen wie 1:0,73, d. h. auf drei Jungen kamen etwas mehr als zwei Mädchen (siehe Abbildung 1 und 2).

Die Altersverteilung zeigt, daß in unserem Krankengut die Säuglinge (30 Tage bis 365 Tage) mit 45 % aller beatmeten Kinder die größte Gruppe stellten. Neugeborene (bis 30 Tage) und Kleinkinder hatten dagegen einen deutlich kleineren Anteil, der mit 22 % bzw. 21 % etwa gleich groß war. Die kleinste Gruppe war die 6- bis 13-jährigen Kinder. Ihr Anteil betrug nur 12 % (siehe Abbildung 3).

Ein noch genaueres Bild über den Anteil der Neugeborenen am Krankengut der beatmeten Kinder ergibt die Aufschlüsselung der Altersgruppen pro Jahr. Die Zahl der beatmeten Neugeborenen sinkt nach einem kurzen Anstieg im Jahr 1970 stetig und ab 1976 wurden überhaupt keine Neugeborenen mehr auf der pädiatrischen Intensivstation beatmet. Dies lag, wie bereits auf Seite 4 erwähnt wurde, daran, daß für die Früh- und Neugeborenen eine eigene Neugeborenenintensivpflegestation eingerichtet wurde. Die Gesamtzahl der beatmeten Kinder nahm von 1969 bis 1971 stetig zu und blieb dann von 1971 bis 1974 konstant bei ungefähr 30 beatmeten Patienten pro Jahr. 1975 sank die Zahl der beatmeten Patienten drastisch ab und blieb in den beiden folgenden Jahren gleich niedrig (siehe Abbildung). Diese Entwicklung erklärt sich eben-

falls mit der auf Seite 4 geschilderten Neugründung verschiedener Intensivpflegestationen für Kinder.

Die Dauer des stationären Aufenthalts der beatmeten Patienten auf der pädiatrischen Intensivstation war häufig sehr lang. Nur ein Drittel der Kinder wurde zwei bis sieben Tage stationär behandelt. Ein Drittel mußte acht Tage bis vier Wochen in der Klinik bleiben und ein Drittel sogar länger als vier Wochen. Der längste stationäre Aufenthalt erstreckte sich über vier Jahre und zehn Monate. Die mittlere Klinikverweildauer betrug 42 Tage (siehe Abbildung 4). Dabei differierte die durchschnittliche Zeit des stationären Aufenthalts der einzelnen Altersgruppen ziemlich: am längsten war sie bei den Säuglingen mit 62 Tagen, die Neugeborenen waren nur noch halb so lang in der Klinik, nämlich durchschnittlich 29 Tage; bei den älteren Kindern war die durchschnittliche Klinikverweildauer noch kürzer: sie betrug bei den 1- bis 4-jährigen 27 Tage, bei den 5- bis 13-jährigen nur 19 Tage (siehe Abbildung 5).

2. Grundkrankheiten - klinische Diagnosen

Die 156 Patienten, die über 24 Stunden beatmet werden mußten, hatten zum Teil recht verschiedenartige Erkrankungen, insgesamt wurden 40 verschiedene Diagnosen erhoben. Es lassen sich aber aufgrund der befallenen Organsysteme drei Hauptgruppen bilden. Eine vierte Gruppe umfaßt Unfälle und seltene Erkrankungen, die sich nicht in die ersten drei Gruppen einordnen lassen.

In Gruppe 1 wurden alle Krankheiten zusammengefaßt, die die zentrale Atemregulation störten. Im einzelnen befanden sich folgende Erkrankungen in dieser Gruppe: Meningitis, Enzephalitis, Schädel-Hirn-Trauma, Hirntumor, Hydrocephalus, subdurales Hämatom, zerebrale Massenblutung, Kernikterus, Hirnödem, hypoxischer Hirnschaden.

Die zweite Gruppe umfaßt die Erkrankungen des Respirationstraktes. Am häufigsten waren hier Pneumonien und das Atemnotsyndrom des Neugeborenen. Seltener waren Schocklunge, Epiglottitis, Emphysem, Infektcroup, Cor pulmonale, Tracheobronchitis und Mukoviszidose Ursache für eine notwendige Beatmung. Ein Kind mit durchtrennter Trachea wurde ebenfalls zu dieser Gruppe gezählt.

Gruppe 3 enthält die kardialen Erkrankungen. Die Kinder litten alle an angeborenen Mißbildungen des Herzens und der großen Gefäße.

In der letzten Gruppe waren folgende Unfälle vertreten: Leberruptur, Milzruptur, Verbrennungen, Ertrinken und Vergiftungen. Hinzu kamen noch Ateminsuffizienz bei folgenden Diagnosen: Werdnig-Hoffmann'sche Lähmung,

Landry-Paralyse, Antikörpermangelsyndrom, Niereninsuffizienz, Mediastinaltumor, Riesenhäangiom, Leberkoma, M. Gaucher, lymphatische Leukämie, Wiskott-Aldrich-Syndrom, Anorexia nervosa und Sepsis.

Den größten Anteil an der Zahl der notwendigen Beatmungen auf der pädiatrischen Intensivstation hatten während der ersten Zeit Kinder mit angeborenen Mißbildungen des Herzens und der großen Gefäße. Teils wurden die Kinder vor, teils nach einer Korrekturoperation intensivmedizinisch betreut. Innerhalb der ersten acht Jahre nach Einrichtung der Intensivstation wurden insgesamt 58 Kinder mit Herzfehlern längere Zeit beatmet. Bis einschließlich 1974 waren es bereits 54, auf die Jahre 1975 bis 1977 entfielen nur noch vier Patienten, da die meisten der kleinen Patienten in der Intensivstation des Deutschen Herzzentrums beatmet wurden.

Die zahlenmäßig zweitstärkste Gruppe war die Gruppe 4 mit Unfällen und seltenen Erkrankungen. Sie umfaßte 38 Patienten, wobei auch in dieser Gruppe die Anzahl der Patienten ab 1975 abnahm, jedoch nicht so stark wie in der Gruppe der kardialen Erkrankungen.

Weiter wurden 32 Kinder mit Krankheiten des Respirationstraktes beatmet, am häufigsten waren hierbei Pneumonien (14) und Atemnotsyndrome (12). Die Zahl der Beatmungen aus pulmonaler Indikation nahm ab 1975 ab.

Erkrankungen des Zentralnervensystems waren 28mal Grund für eine Beatmung. Diese Gruppe wurde ebenfalls seit 1975 zahlenmäßig geringer.

Eine ganz andere Verteilung der Erkrankungen ergibt

sich, wenn man sie den einzelnen Altersstufen zuordnet (siehe Abbildung 6). Bei den Neugeborenen herrschten Atemnotsyndrome, infektiöse Krankheitsbilder und, etwas weniger häufig, angeborene Mißbildungen des Herzens vor. Bei den Säuglingen waren dagegen die angeborenen Herzfehler und deren Therapie der häufigste Grund für eine Beatmung, nämlich in 36 % der Fälle. Alle anderen Diagnosen waren im Säuglingsalter ziemlich gleichmäßig vertreten, ohne jedoch besonders hervorstechen. Im Kleinkindesalter mußte nur ein Kind mit angeborenem Herzfehler beatmet werden, dagegen war bei 30 % der Kinder der Grund für die Beatmung ein Unfall. Bei den Kindern über vier Jahre verringerten sich die Zahl der Unfälle, die zur Beatmung zwangen, auf 25 %. Daneben waren infektiöse Erkrankungen, Herzfehler und seltene Krankheitsbilder Grund für eine respiratorische Insuffizienz.

3. Zufuhr des Beatmungsgases

Grundsätzlich gibt es drei Möglichkeiten, das Beatmungsgas zuzuführen: Über einen orotrachealen oder nasotrachealen Tubus und über eine Trachealkanüle.

a) Nasotracheale Intubation

Die Mehrzahl der Kinder wurde nasotracheal intubiert, insgesamt 138 von 156 Kindern. Die längste nasotracheale Beatmung erstreckte sich über 360 Tage. Die durchschnittliche Liegedauer des Nasotrachealtubus betrug 35 Tage.

b) Orotracheale Intubation

Die orotracheale Intubation wurde nur bei 13 Kindern vorgenommen, wobei 6 Kinder ausschließlich über den orotracheal eingeführten Tubus beatmet wurden, die übrigen 7 wurden schon nach einem oder zwei Tagen nasotracheal umintubiert. Die längste orotracheale Intubation dauerte 18 Tage. Die durchschnittliche Liegedauer betrug 3,6 Tage.

c) Tracheotomie

Im Krankengut der Münchener pädiatrischen Intensivstation wurde nur in fünf Fällen eine primäre Tracheotomie durchgeführt, 17 Kinder wurden sekundär tracheotomiert. Bei den 17 sekundär tracheotomierten Patienten wurde der Eingriff nach durchschnittlich 48 Tagen Intubation vorgenommen. Die durchschnittliche Liegedauer der Trachealkanüle betrug 146 Tage.

Das Verhältnis von (nasotrachealer + orotrachealer) Intubation zu (primärer + sekundärer) Tracheotomie

betrug 87 % zu 13 %.

Bei der Häufigkeitsverteilung von Intubation und Tracheotomie in den einzelnen Jahren ist eine Zunahme der nasotrachealen Intubation zu verzeichnen, während sowohl die orotracheale Intubation als auch die Tracheotomie in den letzten Jahren seltener angewandt wurde. In Bezug auf die Altersgruppen erhält man folgendes Ergebnis: Von den Neugeborenen wurden 5 % tracheotomiert, von den Säuglingen 19 %, von den Kleinkindern und größeren Kindern 9 % bzw. 10 %. Am häufigsten wurde demnach bei Säuglingen eine Tracheotomie durchgeführt.

4. Maschinelle Beatmung

4.1. Dauer der Beatmung

Etwa die Hälfte der 156 Kinder, nämlich 77 mußten 1 bis 7 Tage beatmet werden, die andere Hälfte, nämlich 79 länger als 7 Tage. Unter den Langzeitbeatmungen waren zehn Kinder mit extrem langer Beatmungszeit. Der am längsten beatmete Patient wurde 1973 als Frühgeborener mit Atemnotsyndrom aufgenommen, 150 Tage beatmet und weitere drei Jahre schrittweise von der Beatmung entwöhnt. Ein anderer Säugling aus dem Jahr 1973 wurde wegen Ateminsuffizienz bei Herzfehler insgesamt 203 Tage beatmet, ein weiterer Säugling, der 1972 aufgenommen wurde, mußte wegen zentraler Atemregulationsstörung 183 Tage beatmet werden.

In Bezug auf die untersuchten Jahre machten die Kurzzeitbeatmungen, d. h. Dauer zwischen 1 und 7 Tagen, gleichmäßig einen Teil von 40 bis 60 % aus. Dagegen nahmen die Beatmungen von ein bis vier Wochen seit 1974 zu und betrugen schließlich ungefähr 50 % der gesamten Beatmungen. Die Zahl der extrem langen Beatmungen über 30 Tage nahm dagegen ab; 1972 hatte sie mit 25 % den höchsten Stand (siehe Abbildung 7).

Von Interesse ist auch die Dauer der Beatmung bei den einzelnen Altersstufen. Der größte Anteil der Kurzzeitbeatmungen (1 bis 7 Tage) war bei den Schulkindern zu verzeichnen. 66 % dieser Altersgruppe wurden nur 1 bis 7 Tage beatmet. Bei den Kleinkindern war der Anteil der Kurzzeitbeatmungen mit 56 % fast genauso hoch. Bei den Säuglingen und Neugeborenen war der Prozentsatz der Langzeitbeatmungen höher: 29 %

der Säuglinge und 15 % der Neugeborenen wurden länger als 30 Tage beatmet. Hingegen wurden von den Klein- und Schulkindern nur 4 % bzw. 7 % über 30 Tage hinaus beatmet. Bei der Beatmungsdauer von 8 bis 30 Tagen, die auch schon relativ lang ist, stellten die Kleinkinder mit 40 % die größte Gruppe; Neugeborene, Säuglinge und Schulkinder hatten hierbei einen Anteil von 30 %. Zusammenfassend kann man sagen, daß bei den Säuglingen der Prozentsatz der Langzeitbeatmungen am höchsten war (siehe Abbildung 8).

4.2. Abhängigkeit der Beatmungsdauer von der Grundkrankheit

Kinder mit kardialen Erkrankungen stellten bei der Beatmungszeit über 30 Tage die größte Gruppe, nämlich 38 %. Dieser Wert liegt weit über den Durchschnittswerten bei den anderen Grundkrankheiten. Nur 16 % der Beatmungen bei respiratorischen Erkrankungen dauerten länger als 30 Tage. Bei den Erkrankungen des Zentralnervensystems fanden sich nur 5 % und bei den sonstigen Erkrankungen 6 % Beatmungen über 30 Tage.

Eine kardiale Erkrankung war die häufigste Diagnose bei den Säuglingen, die die Altersgruppe mit der durchschnittlich längsten Beatmungszeit stellten. Warum gerade Kinder mit angeborenen Herzfehlern so lange beatmet werden müssen, erklärt sich aus der Tatsache, daß diese Kinder oft schon vor einer Korrekturoperation in einer so schlechten Kreislagsituation sind, daß sie beatmet werden müssen. Nach der meist nur palliativen Operation brauchen diese Kinder mit schlechtem Allgemeinzustand meist eine lange Erholungszeit, bis sie ohne Respirator atmen können.

Bei den zentralnervösen Erkrankungen wurden 70 % der Kinder nur ein bis sieben Tage beatmet; hier ist der Anteil der kürzeren Beatmungszeit besonders hoch. Leider ist die Ursache dafür darin zu sehen, daß viele dieser Kinder so schwer erkrankt waren, daß sie nach wenigen Tagen verstarben.

Bei den sonstigen Erkrankungen fand sich ebenfalls ein großer Anteil Kurzzeitbeatmungen; jedoch waren hierunter erfreulicherweise häufiger Patienten, die keine längere Beatmung benötigten.

4.3. Verwendete Respiratoren

Für die Beatmung der Patienten der pädiatrischen Intensivstation wurden am häufigsten Engström-Respiratoren benutzt, sie hatten innerhalb der 8 Jahre 49 Einsätze. An zweiter Stelle standen die Bird-Respiratoren mit 32 Einsätzen. Die Benett-Geräte wurden insgesamt 27mal zur Beatmung benutzt. Assistor und Spiromat waren ungefähr gleich häufig in Betrieb, ersterer 22mal, letzterer 21mal. Servo und Baby-Bird wurden, da sie erst im letzten Jahr angeschafft wurden, jeweils nur einmal benutzt. Alle Geräte wurden sowohl für Kurzzeit- als auch für Langzeitbeatmungen eingesetzt. Lediglich bei den Engström-Geräten ist ein etwas größerer Anteil an Kurzzeitbeatmungen festzustellen.

Im Laufe der Jahre hat sich die Beliebtheit der einzelnen Respiratoren gewandelt. 1969 und 1970 wurde der Bird-Respirator am häufigsten benutzt. 1971 wurde der Benett angeschafft und am häufigsten von allen Geräten eingesetzt. Der Bird stand aber immer noch an zweiter Stelle. Auch 1972 wurde der Benett am häufigsten benutzt, 37 % aller Beatmungen wurden mit ihm durchgeführt. Jeweils 25 % der Beatmungen wurden mit Bird und Spiromat durchgeführt, der Engström-Respirator und der Assistor wurden nur bei 8 % bzw. bei 4 % der Beatmungen hergenommen. 1973 waren erstmals die Engström-Geräte am beliebtesten und blieben dann die Respiratoren, mit denen am häufigsten Beatmungen durchgeführt wurden. Der Bird stand 1973 noch an zweiter Stelle, danach wurden jedoch Assistor und Spiromat vorgezogen. 1976 und 1977 wurden Bird und Benett zur Langzeitbeatmung auf der pädiatrischen Intensivstation nicht mehr benutzt.

Die wechselnde Häufigkeit des Einsatzes der einzelnen Respiratoren hatte verschiedene Gründe. Zunächst wurden diejenigen Maschinen angeschafft und bevorzugt, die einerseits die Wahl einer relativ hohen Frequenz erlaubten und andererseits bei kleinsten Atemzugvolumen die Eigenatmung gut assistierten. Die Druck-Flow-gesteuerten Respiratoren wie Bird, Benett und Assistor schienen aufgrund dieser technischen Möglichkeiten besonders gut für die Beatmung von Neugeborenen und Säuglingen geeignet zu sein. Der Spiromat sprach auf kleine Atemzugvolumen ungenügend oder gar nicht an und konnte daher die Eigenatmung von Säuglingen kaum assistieren. Die alten Engström-Geräte erlaubten nur eine maximale Beatmungsfrequenz von 30/Min. und eine assistierte Beatmung konnte nicht eingestellt werden. Engström-Respiratoren und Spiromat wurden deshalb bei Säuglingen nur sehr selten eingesetzt, sondern vorwiegend bei Kindern und zur Kurzzeitbeatmung.

In den letzten Jahren setzte sich dann immer mehr die Meinung durch, daß die assistierte Beatmung für die Langzeitbeatmung ungeeignet ist. So wurde die assistierte Beatmung schließlich immer mehr zugunsten der intermittierenden positiven Überdruckbeatmung (IPPV) verlassen und bevorzugt Volumen-gesteuerte Respiratoren eingesetzt. Auch wurde der entscheidende Vorteil eines positiven endexpiratorischen Druckes (PEEP) erkannt, so daß nur noch solche Geräte zum Einsatz kamen, die die Möglichkeiten hatten, einen solchen einzustellen.

4.4. Maximale Sauerstoffkonzentration und maximaler Beatmungsdruck

Die Hauptursache der sogenannten Respiratorlunge ist eine zu hohe Sauerstoffkonzentration des Inspirator-gases. Deshalb sollte die Sauerstoffkonzentration zur Beatmung möglichst 30 bis 40 % nicht überschreiten. In den Jahren 1969 bis 1977 wurde häufig über eine längere Zeit mit hoher Sauerstoffkonzentration von über 40 % beatmet. 31 Kinder erhielten 40 bis 49 % Sauerstoff. 21 Kinder wurden sogar mit 100 % Sauerstoff beatmet (siehe Abbildung 9). Diese hohe Sauerstoffsättigung war bei vielen schweren Lungenerkrankungen nötig, wie bei Schocklunge, Lungenödem, Asthma und Pneumonie. Außerdem benötigten einige Kinder mit schweren angeborenen Mißbildungen des Herzens eine so hohe Sauerstoffkonzentration über längere Zeit.

Einige Kinder mußten ohne zwingende Indikation mit einem Sauerstoffanteil von mindestens 60 % beatmet werden, da in der Anfangszeit der Intensivstation in den Räumen noch kein Druckluftanschluß vorhanden war. Einige Respiratoren mußten daher mit Sauerstoff betrieben werden und mischten ungenügend Raumluft zu. Der Einbau von Druckluftanschlüssen ab 1974 und die Beatmung mit PEEP führte zu einer deutlichen Reduktion der Sauerstoffkonzentration des Beatmungsgases.

Von Bedeutung ist auch der Beatmungsdruck, der notwendig ist, um das für eine ausreichende Ventilation benötigte Atemzugvolumen in die Lungen zu befördern. Bei den respiratorischen Erkrankungen war nicht nur eine hohe O_2 -Konzentration, sondern häufig auch ein sehr hoher Beatmungsdruck notwendig. Bei zentralnervösen, kardialen und anderen Grundkrankheiten beweg-

ten sich die Spitzendrucke der Respiratoren größtenteils zwischen 20 und 45 cm Wassersäule. Bei niedrigen Druckwerten zwischen 10 und 19 cm Wassersäule konnten nur 6 % der Kinder beatmet werden.

Ausgewertet wurden jeweils nur der höchste Maschinen-
druck während der ganzen Beatmungszeit. Da nun bei
vielen Erkrankungen der Druck entweder am Anfang oder
bei akuter Verschlechterung vorübergehend sehr hoch
gewählt werden muß, erfaßt der oben genannte Wert von
6 % nur die Kinder, die niemals mit einem Druck über
19 cm Wassersäule beatmet worden sind. Bei vielen
Kindern konnte aber der anfangs benötigte Druck sehr
schnell wieder reduziert werden, genauso verhält es
sich bei den Kindern, deren Zustand sich zwischen-
zeitlich kurzfristig verschlechterte.

Insgesamt gesehen war ein maximaler Beatmungsdruck
von 20 bis 29 cm Wassersäule am häufigsten (siehe Ab-
bildung 10).

4.5. CPAP (= continuous positive airway pressure)

Anwendung von CPAP bedeutet, daß der spontan atmende Patient an ein Gassystem angeschlossen wird, das einen kontinuierlichen positiven Druck erzeugt, der also auch während der Expirationszeit bestehen bleibt. Damit erreicht man eine Verminderung des Flüssigkeitsgehaltes der Lunge, Eröffnung atelektatischer Lungenbezirke, Verminderung intrapulmonaler Shunts, das Offenhalten von spastischen oder kollabierenden Bronchiolen und eine mechanische Unterstützung der Inspiration. Indikationen zur Anwendung CPAP sind: das Atemnotsyndrom der Neugeborenen, Status nach Thoraxchirurgie, Pneumonie mit Atemdekomensation, Neigung zu Atelektasenbildung bei intubierten oder beatmeten Patienten mit gesunden Lungen, Inspirationsinsuffizienz (z. B. Zwerchfelllähmung), Status asthmaticus, posttraumatische Fettembolie beim Erwachsenen und Entwöhnung vom Respirator (Dangel und Nissli 1972).

In der pädiatrischen Intensivstation wurde CPAP seit 1972 zur Entwöhnung der langzeitbeatmeten Kinder vom Respirator angewandt. Insgesamt wurden 24 Kinder mit CPAP vom Beatmungsgerät entwöhnt. CPAP wurde bei Neugeborenen, Säuglingen und Kleinkindern bis 4 Jahren angewandt. 15 % der Neugeborenen, 20 % der Säuglinge und 17 % der Kleinkinder wurden anschließend an die Beatmung mit CPAP behandelt. Die Entwöhnung vom Respirator gelang hiermit rascher. So konnte z. B. 1972 erstmals ein Kind mit Hilfe eines CPAP vom Respirator genommen werden, das noch einen Spitzenbeatmungsdruck von 60 cm H₂O benötigte.

Zum Verständnis der folgenden Abschnitte muß hier noch etwas über Komplikationen unter der Beatmung und die Grenzen der Beatmungsmöglichkeiten gesagt werden.

Die Entstehung diffuser Atelektasen ist die häufigste Komplikation der maschinellen Beatmung. Als Ursache hierfür wird eine Blockade der Synthese des Antiatelektasefaktors diskutiert. Ebenfalls sehr häufig bilden sich überblähte Bezirke in der Lunge. Bei zu hohem Beatmungsdruck oder vorgeschädigter Lunge kann es zu einem Pneumothorax kommen. Sehr hohe O_2 -Konzentrationen begünstigen die Entstehung von hyalinen Membranen. Treten in einer Lunge kombiniert eine Vielzahl der eben geschilderten Komplikationen auf, so spricht man von einer "Beatmungslunge". Es finden sich atelektatische Bezirke neben überblähten Bezirken, daneben meist multiple bronchopneumonische Herde, fibrotische Bezirke und teilweise hyaline Membranen. Im Endstadium ist die ganze Lunge durch entzündliche Vorgänge karnifiziert. Die Abnahme der arteriellen Sauerstoffsättigung und des arteriellen Sauerstoffpartialdrucks als Ausdruck zunehmender venöser Beimischung ist der erste objektive Hinweis auf das Vorliegen einer Beatmungslunge. Im Endstadium kann trotz 100 % Sauerstoffzufuhr in der Inspirationsluft und bei sehr hohem Beatmungsdruck keine ausreichende Oxygenierung des Blutes mehr erreicht werden. Damit sind dann die Grenzen der Beatmungsmöglichkeiten erreicht und die Prognose des Patienten wird infaust.

5. Ausgang der Behandlung mit dem Respirator

5.1. Ausgang der Behandlung in den einzelnen Jahren

Von den insgesamt 156 Patienten, die von 1969 bis 1977 in der pädiatrischen Intensivpflegestation beatmet wurden, sind 103 Kinder, das sind 66 % bzw. 2/3 der Patienten, trotz aller Bemühungen gestorben, nur 53 Kinder konnten entweder geheilt oder gebessert entlassen werden.

Die Behandlungsergebnisse waren aber nicht immer gleich: 1969 bis 1972 waren sie besonders ungünstig. In diesen Anfangsjahren der pädiatrischen Intensivstation starben 77 % der beatmeten Patienten. Dagegen konnten ab 1973 fast 50 % der Kinder gebessert oder geheilt entlassen werden (siehe Abbildung 11).

5.2. Abhängigkeit des Behandlungsausgangs von der Grundkrankheit

Die Prognose der beatmeten Kinder wird vorwiegend durch ihre Grundkrankheit bestimmt. So wurden bei Kindern mit rein respiratorischen Erkrankungen die besten Ergebnisse erzielt: 48 % von ihnen konnten von der Intensivstation auf eine Normalstation verlegt oder nach Hause entlassen werden, 52 % verstarben. Dagegen hatte die Beatmung bei Kindern, die wegen einer zentralnervösen Atemstörung beatmet wurden, den geringsten Erfolg: von ihnen verstarben 87 %. Viele dieser Kinder hatten bereits bei Klinikaufnahme eine irreversible Hirnschädigung, so daß die Prognose ohnehin infaust war. Bei den Kindern, die an angeborenen Mißbildungen des Herzens litten, waren die Ergebnisse wieder besser: insgesamt konnten 39 % von ihnen durch die Beatmung geholfen werden (siehe Abbildung 12). Da sich die letzte Patientengruppe aber aus Kindern zusammensetzt, die nach einer Korrekturoperation beatmet werden mußten und zum andern aus Kindern, die nicht operiert wurden, kann man diese Gruppe nochmals aufschlüsseln. Bei den operierten Kindern konnten 48 % in gutem Zustand nach Hause entlassen werden, von den nicht operierten nur 26 %. Bei den übrigen Erkrankungen, die in der letzten Gruppe zusammengefaßt sind, ergab sich das gleiche Durchschnittsergebnis wie bei der Gesamtzahl: etwa ein Drittel überlebten die Beatmung, während etwa zwei Drittel trotz Beatmung verstarben.

5.3. Abhängigkeit der Prognose vom Lebensalter

Die Prognose der beatmeten Kinder wurde andererseits auch deutlich vom Lebensalter beeinflusst. Von den Neugeborenen und Säuglingen konnten 39 % gerettet werden, 61 % verstarben. Dagegen konnten von den Kleinkindern (1 bis 5 Jahre) nur 25 % entlassen werden, 75 % verstarben. Bei den Schulkindern waren die Zahlen ähnlich, 74 % verstarben, 26 % konnten vom Respirator entwöhnt werden (siehe Abbildung 13).

5.4. Zusammenhang zwischen Beatmungsdauer und Ausgang der Behandlung

Schließlich interessiert, inwieweit die Prognose der beatmeten Kinder von der Dauer der Beatmung abhängt. Am ungünstigsten waren die Ergebnisse bei der kurzfristigen Beatmung (1 bis 3 Tage). 72 % der Kinder verstarben und nur bei 28 % konnte man auf den Respi-
rator wieder verzichten. Die Prognose der Kinder, die 4 bis 7 Tage bzw. 8 bis 30 Tage beatmet werden mußten, entsprach genau dem Durchschnitt: Auf ein Kind, das mit Hilfe des Respirators gerettet werden konnte, kamen zwei Kinder, die trotz Beatmung verstarben. Überdurchschnittlich gute Ergebnisse brachte die Langzeitbeatmung über 30 Tage: 43 % dieser Kinder konnten schließlich doch noch vom Respi-
rator entwöhnt werden, nur 57 % verstarben während des Klinikaufenthalts (siehe Abbildung 14). Die Prognose beatmeter Kinder wurde also mit zunehmender Beatmungsdauer günstiger.

Diese Beziehung zwischen Beatmungsdauer und Prognose dürfte mit der Schwere des Zustandes des Patienten zusammenhängen: desolate Fälle, bei denen die künstliche Beatmung nur noch einen Versuch der Rettung darstellt, haben eine geringere Chance zu überleben als Patienten, bei denen sich im Laufe einer längeren Beatmung schon eine gewisse Stabilisierung eingestellt hat.

6. Keimspektrum im Trachealsekret

Bei den intubierten und tracheotomierten Kindern wurden regelmäßig bakteriologische Untersuchungen des Trachealsekretes durchgeführt. Hierbei fanden sich als häufigster Keim *Pseudomonas aeruginosa*, der in 45 % der bakteriologischen Untersuchungen nachgewiesen wurde. Als zweithäufigster Keim, nämlich in 17,5 % der untersuchten Trachealsekrete wurden Staphylokokken gezüchtet und in 9,5 % wuchsen Klebsiellen. Außerdem fanden sich vereinzelt noch *Proteus*, *E.coli*, Streptokokken, *Hämophilus influenzae*, Serratien, Neisserien und Pneumokokken. Die Keimzahl nahm bei unserem Patientengut ab dem vierten Tag erheblich zu. In den ersten drei Tagen brachten noch die Hälfte der bakteriologischen Untersuchungen negative Ergebnisse, im Beatmungszeitraum von vier bis sieben Tagen waren schon drei Viertel der untersuchten Trachealsekrete nicht mehr steril. Bei Patienten, deren Beatmung sich über zwei bis drei Wochen erstreckte, waren von 24 bakteriologischen Untersuchungen nur noch zwei negativ und bei Kindern, die über drei Wochen beatmet wurden, wurde immer Keimwachstum im Trachealsekret nachgewiesen. Das Keimspektrum auf der pädiatrischen Intensivpflegestation veränderte sich in den Jahren 1969 bis 1977 nicht.

7. Sektionsbefunde

Bei 64 von 103 verstorbenen Kindern wurde eine Sektion durchgeführt, 39 der verstorbenen Kinder wurden nicht seziiert. Als häufigste Todesursache wurde bei 24 Kindern ein Herz-Kreislauf-Versagen durch schwere respiratorische Insuffizienz diagnostiziert. Zweithäufigste Todesursache war bei 16 Kindern eine schwere Schädigung des zentralnervösen Systems. Bei 14 Kindern war eine Sepsis, einmal eine Peritonitis und einmal eine Kachexie bei Anorexia nervosa die Todesursache (siehe Abbildung 15).

Mißbildungen des Herzens waren nur in acht Fällen die Todesursache beim Sektionsbefund. Dies überrascht, da bei den Grunddiagnosen die Kinder mit angeborenen Herzfehlern die größte Gruppe ausmachten. Respiratorische Störungen nahmen bei den Grundkrankheiten die vorletzte Stelle in der Häufigkeitsverteilung ein, bei den Sektionsbefunden waren sie dagegen die häufigste Todesursache. Ebenso verhält es sich bei den zentralnervösen Erkrankungen. Sie standen an letzter Stelle bei den Grundkrankheiten, waren aber die zweithäufigste Todesursache laut Sektionsbefund (siehe Abbildung 16).

In Bezug auf das Alter der Kinder zeigen die Sektionsbefunde, daß die respiratorische Insuffizienz als Todesursache ihr Schwergewicht im Neugeborenen- und Säuglingsalter hat, während sie im Kleinkindes- und Schulalter seltener als Todesursache gefunden wird.

Eine Hirnschädigung als Todesursache findet sich besonders häufig bei Klein- und Schulkindern. Dafür sind die Unfälle mit Schädel-Hirn-Traumen verantwortlich, die bei dieser Altersstufe besonders häufig vorkommen.

Eine kardiale Dekompensation als Sektionsbefund ist gehäuft bei den Säuglingen anzutreffen, da in diesem Alter die meisten Herzfehler behandelt wurden.

8. Veränderungen der Luftwege und der Lungen der sezierten Kinder

Bei 61 von den 64 sezierten Kindern wurde im Sektionsbericht über pathologische Veränderungen der Atmungsorgane berichtet. Die Veränderungen lassen sich grundsätzlich in zwei Gruppen einteilen. Die erste Gruppe umfaßt Veränderungen der Trachea, die auf die Intubation oder Tracheotomie zurückzuführen sind, die zweite Gruppe Veränderungen der Lunge, die auf den Vorgang der Beatmung zurückzuführen sind. An der Trachea wurde am häufigsten eine Tracheitis, weniger häufig eine Laryngitis und Trachealulzera oder eine Skelettierung des Trachealknorpels gefunden (siehe Tabelle 1). An Lunge und Pleura wurden im Sektionsprotokoll zahlreiche pathologische Befunde festgehalten. Am häufigsten wurden eine Bronchopneumonie (69 %) und eine Bronchitis (43 %), Atelektasen und Dystelektasen (40 %) sowie hyaline Membranen (31 %) und Emphysem (26 %) gefunden (siehe Tabelle 2).

Diese pathologischen Befunde stammen, bis auf sechs Ausnahmen, von Kindern, die bis zu ihrem Tode beatmet werden mußten und deren Atmungsorgane keine Zeit hatten, sich von den Schädigungen der maschinellen Beatmung zu erholen.

9. Lungenveränderungen der Kinder, die nach einem beatmungsfreien Intervall starben - Spätschäden der Beatmung

Sechs Kinder waren nach teils langfristiger Beatmung wieder fähig, ohne Respirator zu atmen, verstarben aber nach verschieden großen Zeiträumen nach beendeter Beatmung. Bei diesen sechs Kindern wurde ebenfalls eine Sektion vorgenommen, um Aufschluß über die Lungenveränderungen zu bekommen. Das beatmungsfreie Intervall, nach dem die Kinder verstarben, variierte zwischen zehn Tagen und einem Jahr.

Bei dem Kind, das zehn Tage nach Beendigung der Beatmung gestorben war, waren die typischen Veränderungen, die Trachea und Lunge in der Regel nach einer Langzeitbeatmung zeigen, noch stark ausgeprägt: es hatte sowohl eine Tracheitis als auch eine Bronchopneumonie mit Dystelektasen und subpleuralen Überblähungsbezirken. Bei den Kindern, die nach einer Beatmungsphase von 3 Tagen bis 7 Monaten ein längeres beatmungsfreies Intervall von 23 Tagen bis 12 Monaten gelebt hatten, waren die pathologischen Lungenbefunde auffallend geringfügig. Es wurden nur leichtere entzündliche Veränderungen der Trachea oder der Bronchien gefunden, außerdem bei zwei Kindern Dystelektasen. Bei einem Kind wurden Pleuraverwachsungen festgestellt.- Hinweis auf abgelaufene entzündliche Prozesse. Ein Säugling wurde wegen eines schweren angeborenen Herzfehlers 6 Monate lang beatmet und zwar längere Zeit mit Sauerstoffkonzentrationen über 40 % und Beatmungsdrücken über 60 cm H₂O. Als er ein Jahr nach Beendigung der Beatmung akut verstarb, wurde nur eine Plattenepithelmetaplasie der großen Bronchien gefunden, die auf die mechanische und entzündliche Irritation der

Bronchialschleimhaut zurückzuführen ist. Darüberhinaus waren keine weiteren Schädigungen mehr feststellbar.

Diskussion

Wir haben die Krankengeschichten der Kinder, die von Juni 1969 bis Juni 1977 auf der pädiatrischen Intensivstation der Universitätskinderklinik München beatmet wurden, ausgewertet. Es waren insgesamt 156 Kinder. Zum Vergleich liegen uns Zahlen der pädiatrischen Intensivstationen von Mainz und Düsseldorf vor. In Mainz wurden von Mitte 1965 bis Mitte 1970 133 Kinder über 24 Stunden beatmet (Neidhart und Mitarbeiter, 1973), in Düsseldorf waren es von Anfang 1967 bis Anfang 1970 142 Kinder (Stemmann und Lemburg, 1971).

Neidhart und Mitarbeiter (1973) hatten bei ihrem Patientengut die gleiche Geschlechtsverteilung: Jungen zu Mädchen wie 3:2. Hierin spiegelt sich die bekannte größere Krankheitsanfälligkeit der Jungen wider. Bei unserem Patientengut stellten die Säuglinge mit 45 % aller beatmeten Kinder die größte Gruppe dar, während in Mainz die Neugeborenen mit 48 % der beatmeten Kinder zahlenmäßig am stärksten vertreten waren. In München war der Anteil der Neugeborenen mit 22 % vergleichsweise gering, denn normalerweise stellt diese Altersgruppe die meisten intensivmedizinisch zu behandelnden Kinder. 1970 war der Anteil der Neugeborenen mit 35 % in der pädiatrischen Intensivstation München am höchsten, danach nahm er kontinuierlich ab. Die Gründe hierfür, die Neueinrichtung mehrerer anderer Kinderintensivpflegestationen, haben wir bereits auf Seite 4 geschildert.

Die Zahl der Säuglinge mit angeborenen Herzfehlern nahm ab 1975 in der Universitätskinderklinik erheblich ab, da ein großer Teil dieser Kinder in der neu geschaffenen Kinderintensivpflegestation des Deutschen

Herzzentrums betreut wurde.

Insgesamt gesehen hatte die Einrichtung dieser frei weiteren Kinderintensivstationen zur Folge, daß die Zahl der Patienten, die pro Jahr auf der pädiatrischen Intensivstation der Kinderklinik neu aufgenommen wurde, seit 1975 zurückgegangen ist und sich in ihrer Zusammensetzung verändert hat. Die Zahl der langzeitbeatmeten Kinder, vor allem derjenigen, die länger als 1 Monat beatmet werden müssen, hat deutlich zugenommen. Deshalb ist die Station trotz verringelter Neuaufnahmen pro Jahr immer voll belegt. Die mittlere Verweildauer ist also auf der pädiatrischen Intensivstation angestiegen, während sie sich für die gesamte Klinik verkürzte. Der Anteil der langzeitbeatmeten Kinder ist an der pädiatrischen Intensivstation München auch im Vergleich mit den Zahlen über Langzeitbeatmungen der pädiatrischen Intensivpflegestation Mainz extrem hoch. Neidhart und Mitarbeiter geben einen Anteil von Langzeitbeatmungen über einen Monat von 0 bis 0,5 % an - Beatmungen bis ein Monat machen bei ihnen 1 % der Fälle aus und 98 % der Beatmungen dauern nur maximal bis 7 Tage. Demgegenüber machen in München die Beatmungen von 1 bis 4 Wochen 50 % aller Beatmungen aus und Beatmungen über 4 Wochen haben einen Anteil von 20 bis 25 %.

Interessant ist es auch, die Ergebnisse der Behandlung zu vergleichen. Während in der pädiatrischen Intensivstation München ein Drittel der Patienten überlebte, waren es in Mainz nur 25 % bzw. 18 %, einschließlich der Kinder, die auf der Frühgeborenenabteilung beatmet wurden. In der pädiatrischen Intensivstation Düsseldorf überlebten nur 17 % der beatmeten Kinder (Stemmann und Lemburg, 1971). Diese un-

terschiedlichen "Erfolgsquoten" erklären sich dadurch, daß in der Münchner pädiatrischen Intensivstation ein wesentlich geringerer Anteil an Früh- und Neugeborenen, die ja am meisten gefährdet sind, beatmet wurde als in Mainz und Düsseldorf.

Ähnliche Ergebnisse zwischen den pädiatrischen Intensivstationen Mainz und München ergeben sich beim Verhältnis von Intubation zu Tracheotomie. An unserer Klinik betrug das Verhältnis 86 zu 14 %; Neidhart und Mitarbeiter (1973) geben 81 % Intubation und 19 % Tracheotomien an. Bei der Intubation wurde an beiden Kliniken der nasotrachealen bei weitem der Vorzug gegenüber der orotrachealen Intubation gegeben. Dafür können mehrere Gründe angeführt werden:

1. ist die nasotracheale Intubation für den Patienten angenehmer, da er seinen Mund bewegen und somit eventuell auf natürlichem Weg Nahrung zu sich nehmen oder sogar Worte formen kann,
2. hat der Patient eine geringere Speichelbildung und die Mundhöhle des Beatmeten läßt sich besser säubern,
3. kann der Tubus durch Zusammenbeißen der Zähne nicht komprimiert werden. Schließlich läßt sich der Tubus besser fixieren und ist zur Trachea hin weniger stark abgeknickt.

Die nasotracheale Intubation wurde auch der Tracheotomie vorgezogen, da erstere rasch und einfach durchführbar ist. Außerdem entfallen die Komplikationen der Tracheotomie, wie Tracheomalazie, Trachealstenose, subkutanes Emphysem, Infektion des Tracheostomas mit persistierender Fistelbildung und Arrosionsblutung. Auch bleiben äußerlich keine sichtbaren Narben zurück (Podlesch 1973). Die Tracheotomie hat jedoch ihre Be-

rectigung in den Fällen, in denen die Intubation durch Hindernisse in den oberen Luftwegen erschwert oder unmöglich ist, wie bei Larynxmißbildungen oder Glottisödem. Eine sekundäre Tracheotomie ist auch dann notwendig, wenn durch langes Liegen des Nasotrachealtubus Drucknekrosen oder entzündliche subglottische Stenosen des Larynx auftreten. Durch die Tracheotomie gibt man dem Kind die Chance, daß sich die entzündlichen Veränderungen am Larynx zurückbilden. Bilden sie sich nicht zurück, so entwickelt sich die gefürchtete narbige subglottische Stenose. Hierdurch wird das Kind häufig zum Langzeitkanülenträger; denn bis heute sind die Möglichkeiten, die subglottische Stenose operativ zu beseitigen, im Kleinkindesalter begrenzt und die Ergebnisse unbefriedigend. Welchen Einfluß die Intubationsdauer auf die Entwicklung der subglottischen Stenose hat, ist bisher nicht genau bekannt. Bei unseren 12 Patienten wurde die Tracheotomie nach durchschnittlich 48 Tagen Intubation vorgenommen. Einige Autoren neigen jedoch dazu, die Tracheotomie bei Langzeitbeatmungen wesentlich früher durchzuführen (Podlesch 1973). Dies ist sicher nicht zu verallgemeinern. Immerhin befand sich unter unseren Patienten ein Kind, das 360 Tage intubiert blieb und auch nach Extubation keine subglottische Stenose entwickelte.

Was die pathologische Keimbeseiedelung des Respirationstraktes der beatmeten Kinder angeht, so fand sich in der pädiatrischen Intensivstation der Universitätskinderklinik Mainz bei einer Untersuchung von Jüngst und Jüngst-Gieg (1973) dasselbe Keimspektrum und dieselbe Häufigkeitsverteilung der Keime wie in der pädiatrischen Intensivstation der Universitätskinderklinik München. Eine große Gefahr einer Langzeitbeatmung besteht darin, daß die Entstehung

von Tracheo-Bronchitiden und Pneumonien durch die zunehmende Keimbeseiedelung begünstigt wird. Ultraschallvernebler, Beatmungsgeräte und Trachealtuben sind beliebte Medien für die Vermehrung von Bakterien und Pilzen, da Feuchtigkeit und Wärme ein gutes Milieu für die Keimvermehrung darstellen. Die Sektionsbefunde zeigen dies auch, da bei 69 % der Kinder, die während der Beatmung verstarben, eine Bronchopneumonie und bei 43 % gleichzeitig eine Bronchitis bestand.

Ziemlich häufig waren auch die Schäden, die auf die mechanischen und physiologischen Einwirkungen der künstlichen Beatmung zurückzuführen sind. Dazu zählen: Atelektasen und Dystelektasen, sie entstehen durch ungleichmäßige Belüftung einzelner Lungenabschnitte und durch den beim Absaugen von Sekret bedingten negativen Druck in den Luftwegen. Deshalb raten einige Autoren, den Patienten nach dem Absaugen für ein bis zwei Atemzüge mit erhöhtem Druck zu beatmen (A. Becker-Pennrich 1974).

Durch einen häufig notwendigen hohen Beatmungsdruck kommt es nicht selten zum Lungenemphysem oder zum Pneumothorax.

In eine weitere Gruppe sind die bei der Sektion beatmeter Kinder gefundenen proliferativen Veränderungen des Bronchopulmonalsystems einzuordnen, dazu zählen: Plattenepithelmetaplasie der Bronchialschleimhaut, Alveolardeckzellproliferation, Fibrinexsudate und Septenfibrosen. Diese Veränderungen werden durch mechanische und entzündliche Irritationen der Bronchialschleimhaut und der Alveolarzellen hervorgerufen.

Als zweiter Faktor, der zu Atelektasen führt, tritt laut H. Reineke und F. Pohlandt (1973) eine Störung der Oberflächenspannung bei länger dauernder Beatmung auf, die zu einer Verschlechterung der Dynamik der einzelnen Alveole führt.

Wie kann man nun diesen schweren Lungenveränderungen vorbeugen? In verschiedenen experimentellen Untersuchungen (H. Reineke, F. Pohlandt und P. Tosberg 1973) sind einige wichtige Punkte gefunden worden, die das Ausmaß der Schädigungen reduzieren können. Als erstes müssen die Sauerstoffkonzentration und der Beatmungsdruck so niedrig wie möglich gehalten werden, weiter ist eine gute Befeuchtung und Temperaturregulierung des Beatmungsgases wichtig. Darüberhinaus hat sich gezeigt, daß reine Überdruckbeatmung besser geeignet ist als Wechseldruckbeatmung. Unter Wechseldruckbeatmung versteht man, daß in der Einatemphase ein positiver Druck erzeugt wird und während der Ausatemphase ein negativer; bei reiner Überdruckbeatmung besteht auch während der Ausatemphase ein positiver Druck. Zu allen diesen Maßnahmen wird noch stündlich eine Überblähung der Lunge mit dem Beutel empfohlen, da damit das Abnehmen der Compliance eingeschränkt werden kann.

Bei unserem Patientengut konnten wir an Hand der sechs Kinder, die nach verschiedenen langen beatmungsfreien Intervallen verstarben, beobachten, daß die mechanischen und entzündlichen Schäden, die durch die künstliche Beatmung am Respirationstrakt entstehen, zumindest im Säuglings- und Kleinkindesalter, weitgehend rückbildungsfähig sind, so bald die künstliche Beatmung beendet werden kann. Allerdings zeigt das Beispiel dieser sechs Kinder auch, daß sie zwar von der künstlichen Beatmung wieder unabhängig wurden, jedoch trotzdem später an ihrer schweren Grundkrankheit oder deren Folgen verstarben.

Zusammenfassung

In der Zeit von Juni 1969 bis Juni 1977 wurden in der pädiatrischen Intensivstation der Universitätskinderklinik München 156 Kinder beatmet; ihre Krankenblätter wurden ausgewertet. 45 % aller beatmeten Kinder befanden sich im Säuglingsalter (30 bis 365 Tage), diese Altersstufe stellte somit prozentual den größten Anteil. Die Gesamtzahl der beatmeten Kinder pro Jahr nahm während der ersten beiden Jahre zu, blieb dann konstant, um ab 1975 wieder zu sinken. Dies war jedoch nicht auf einen tatsächlichen Rückgang der zu beatmenden Kinder zurückzuführen, sondern darauf, daß 1975 in der gleichen Klinik zusätzlich eine Neugeborenen-Intensivstation und eine kinderchirurgische Intensivstation eingerichtet wurden. Außerdem wurde im gleichen Jahr das Deutsche Herzzentrum München mit einer pädiatrischen Intensivstation gegründet. Dafür stieg die Zahl der Kinder an, die länger als 4 Wochen beatmet werden mußten. Den größten Anteil an der Zahl der notwendigen Beatmungen im ausgewerteten Zeitabschnitt hatten Kinder mit angeborenen Mißbildungen des Herzens und der großen Gefäße. Weiter wurden häufig Kinder wegen respiratorischer und zentralnervöser Störungen beatmet. Daneben gab es eine Anzahl Grundkrankheiten, die sich nicht in die vorgenannten Gruppen einordnen ließen.

Die Beatmungen wurden über einen naso- bzw. orotrachealen Tubus oder eine Tracheotomie durchgeführt. Hierbei wurde die nasotracheale Intubation der orotrachealen Intubation und der Tracheotomie deutlich vorgezogen. Die Tracheotomie wurde zur Langzeitbeatmung bevorzugt angewandt. 50 % der Kinder wurden 1 bis 4 Wochen beatmet, jeweils 25 % 1 bis 7 Tage oder länger als 4 Wochen.

Bei den Säuglingen war der Anteil der Langzeitbeatmungen über 4 Wochen besonders hoch. Von den Grundkrankheiten aus gesehen gab es die meisten Langzeitbeatmungen bei Kindern mit angeborenen Mißbildungen des Herzens.

Bei Keimtestungen im Trachealsekret fand man als häufigsten Keim *Pseudomonas aeruginosa*, weiterhin nahm die Zahl der positiven bakteriologischen Befunde ab dem vierten Tag stark zu.

Am häufigsten wurden die Engström-Respiratoren benutzt, da sie sich im Laufe dieser ersten Jahre der pädiatrischen Intensivstation unter den vorhandenen Geräten als besonders geeignet und zuverlässig erwiesen. Am zweithäufigsten wurden zunächst die Birdrespiratoren benutzt, da sie zuerst angeschafft wurden, Sie wurden aber allmählich durch bessere Geräte ersetzt. Besonders positiv auf die Ergebnisse der Beatmung erwies sich die Einführung von positivem endexpiratorischen Druck und von kontinuierlichem positiven Druck bei Spontanatmung.

Bei etwa zwei Drittel aller Patienten mußte die Beatmung mit dem Tode des Kindes beendet werden. Bei Kindern, die wegen einer respiratorischen Erkrankung beatmet wurden, waren die Ergebnisse am günstigsten: 48 % konnten wieder gebessert verlegt oder entlassen werden.

64 der 103 verstorbenen Kinder wurden autoptisch untersucht. Als häufigste Todesursache wurde Herz-Kreislauf-Versagen bei schwerer respiratorischer Insuffizienz diagnostiziert.

Bei den sezierten Kindern fanden sich vielfältige pathologische Lungenbefunde, am häufigsten waren Bron-

chopneumonien (69 % der Kinder), Tracheitiden (41 % der Kinder) und Atelektasen (40 % der Kinder).

Sechs Kinder verstarben nach einem verschieden langen beatmungsfreien Intervall, bei ihnen hatten sich die pathologischen Veränderungen der Lunge, die durch künstliche Beatmung bedingt waren, weitgehend zurückgebildet.

Tabellen und Abbildungen

Tabelle 1: Pathologische Sektionsbefunde an
Larynx und Trachea

Tracheitis	25 Kinder (41 %)
Trachealulzera	6 Kinder (10 %)
Laryngitis	5 Kinder (8 %)
Skelettierung des Trachealknorpels	3 Kinder (5 %)

Tabelle 2: Pathologische Sektionsbefunde an der Lunge

Bronchopneumonie	42 Kinder (69,0 %)
Bronchitis	26 Kinder (43,0 %)
Atelektasen und Dystelektasen	24 Kinder (40,0 %)
Hyaline Membranen	19 Kinder (31,0 %)
Emphysem	16 Kinder (26,0 %)
Alveoläre Blutungen	11 Kinder (18,0 %)
Pleuraerguß	11 Kinder (18,0 %)
Fleuritis	9 Kinder (15,0 %)
Alveolardeckzellproliferation	7 Kinder (11,0 %)
Pneumothorax	5 Kinder (8,0 %)
Septenfibrose	4 Kinder (6,5 %)
Herdförmige Fibrinexsudate	3 Kinder (4,0 %)
Pleuraverwachsungen	4 Kinder (6,5 %)
Lungenabszeß	3 Kinder (4,0 %)
Interstitielle Pneumonie	2 Kinder (3,0 %)
Pseudolobärpneumonie	1 Kind (1,5 %)
Plattenepithelmetaplasie der großen ß Bronchien	1 Kind (1,5 %)

Abb.1 Fallzahl

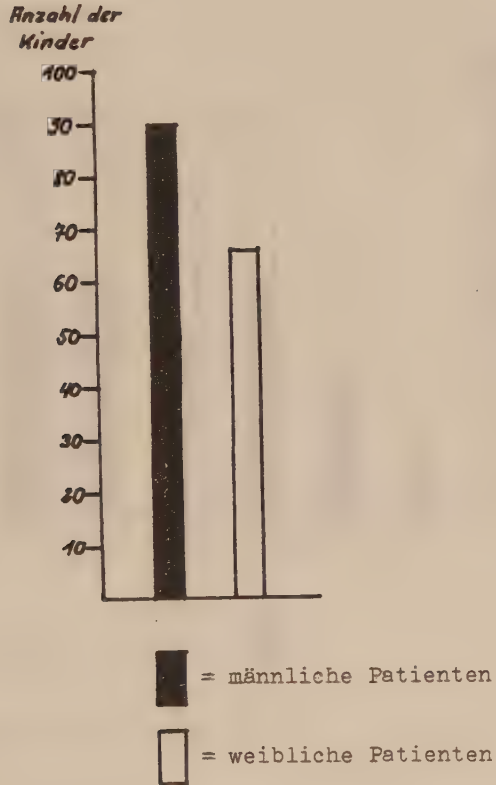
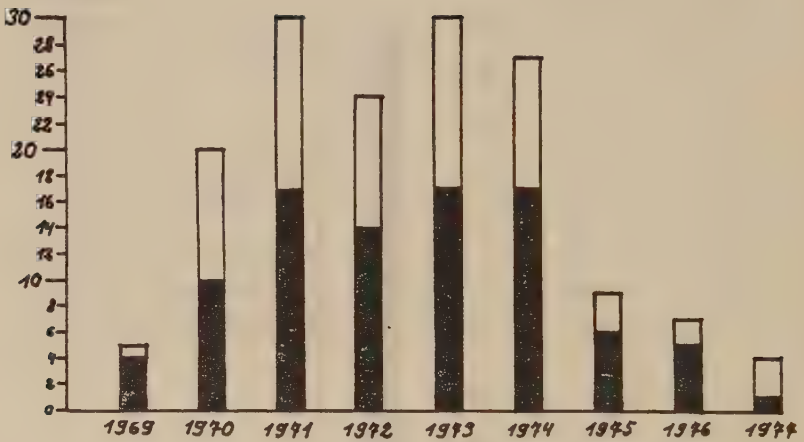


Abb. 2 Fallzahl pro Jahr

Anzahl der
Kinder



■ = männliche Patienten

□ = weibliche Patienten

Abb. 3 Altersverteilung

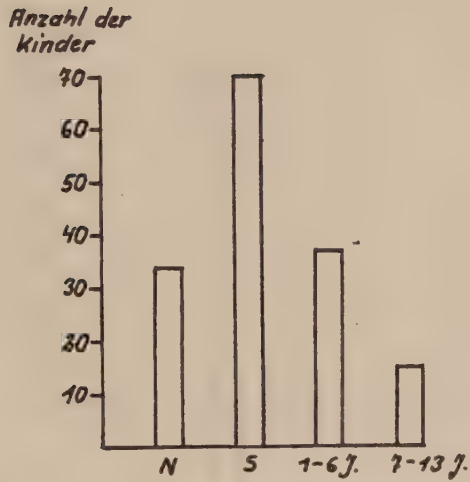


Abb.4 Dauer des stationären Aufenthalts

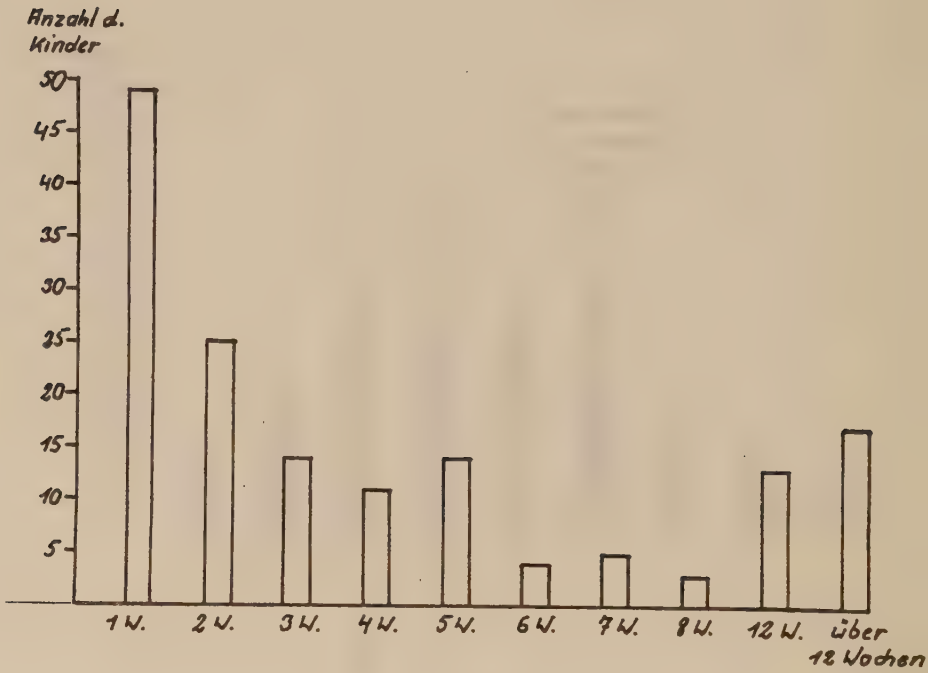


Abb. 5 Durchschnittlicher stationärer Aufenthalt
der verschiedenen Altersstufen

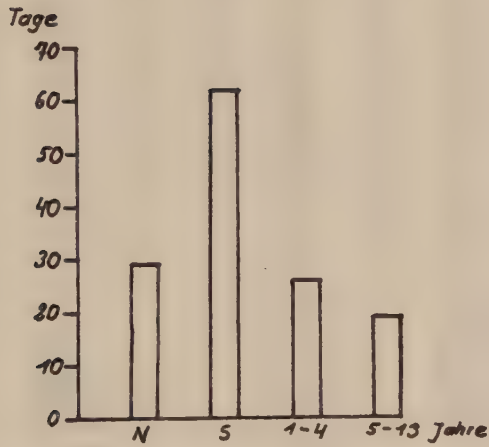


Abb. 6 Klinische Diagnosen aufgeschlüsselt
nach Gruppen und Altersklassen

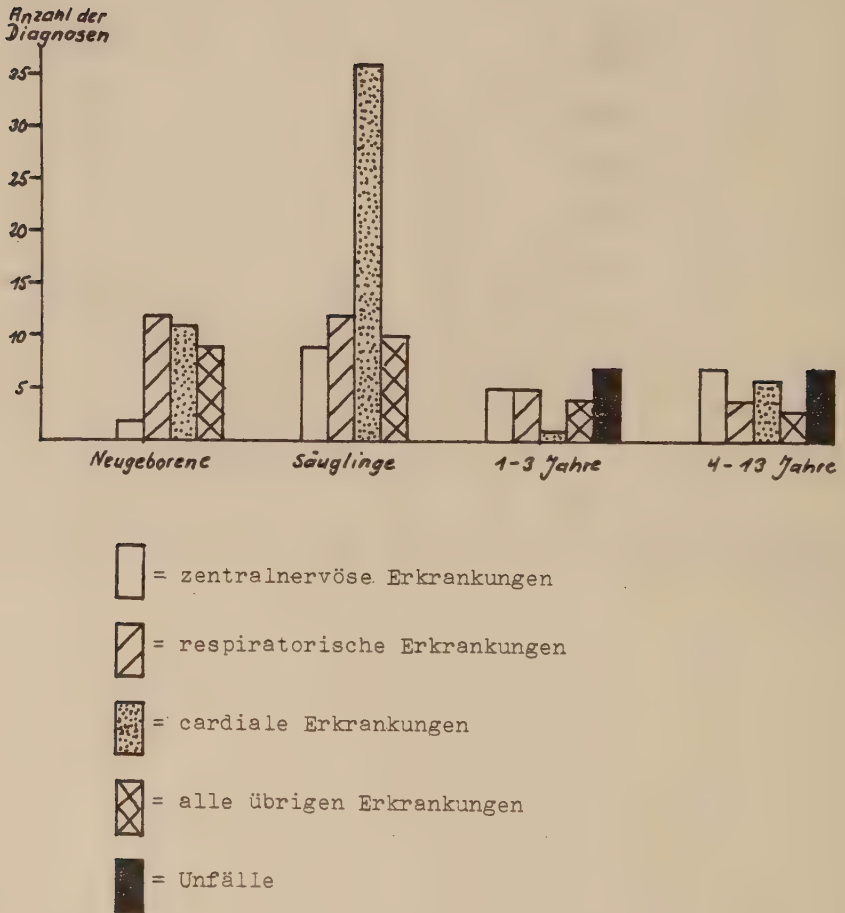


Abb. 7 Prozentsatz der kürzeren und längeren
Beatmungszeiten in den einzelnen Jahren

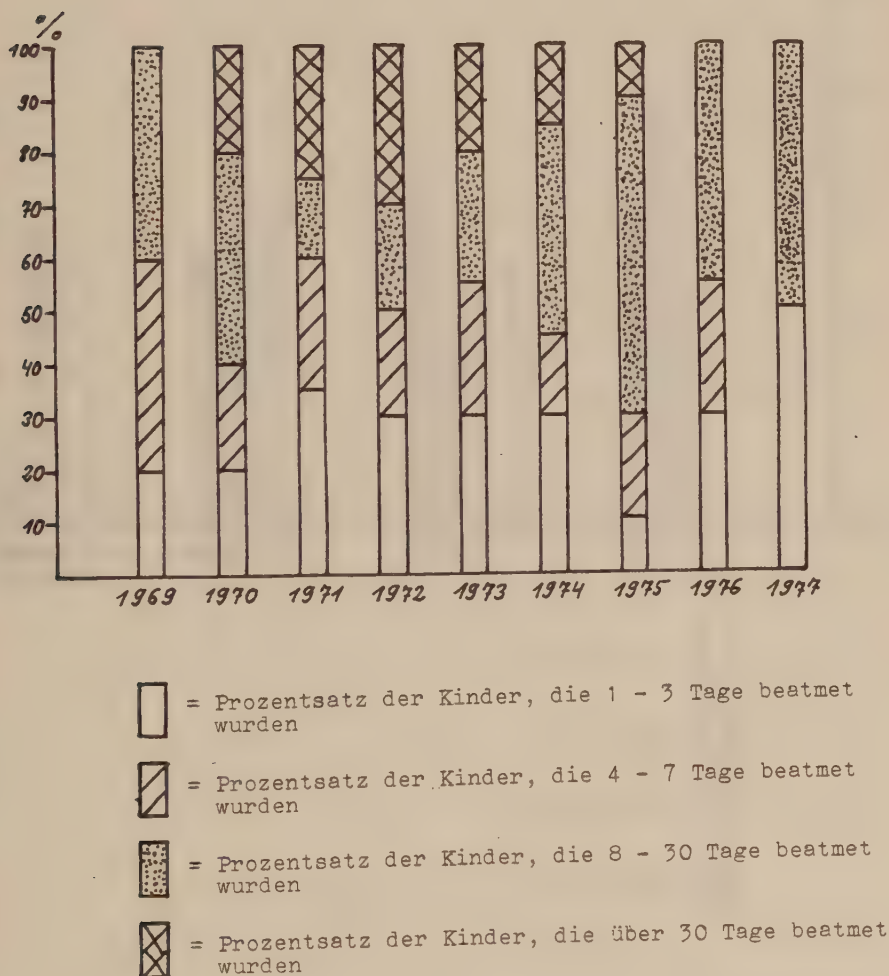


Abb. 8 Dauer der Beatmung bei den einzelnen Altersgruppen

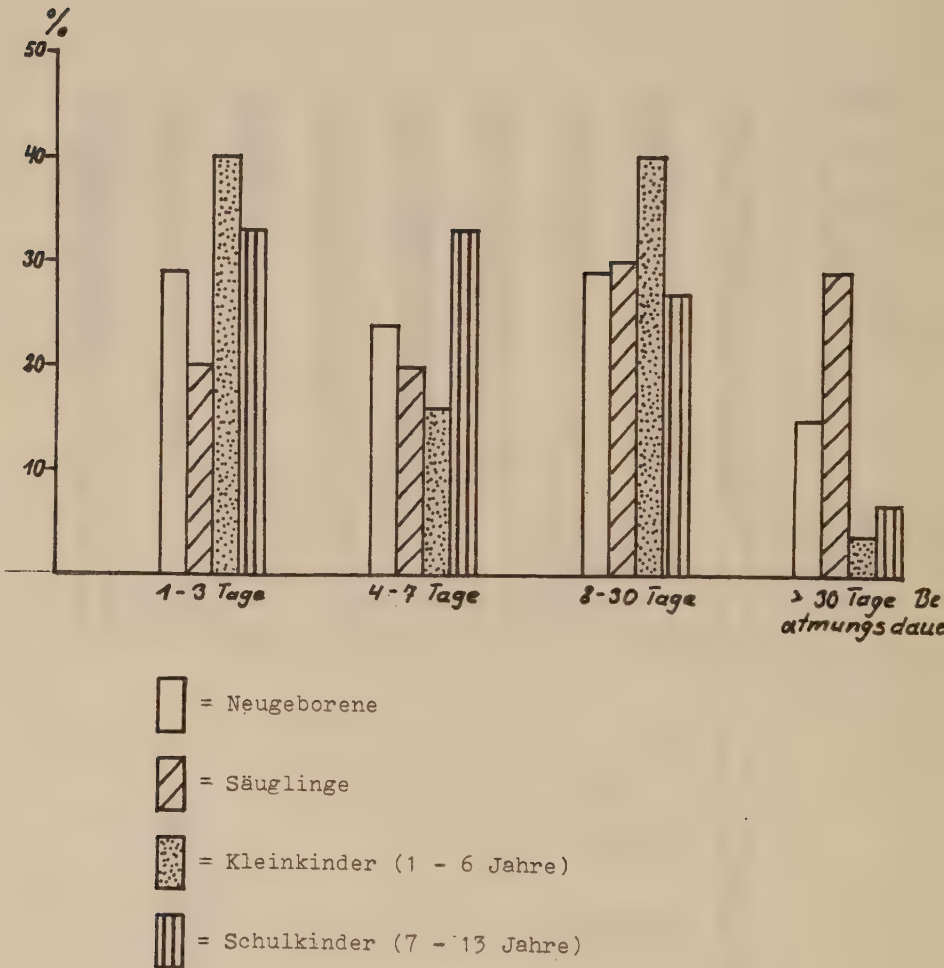


Abb. 9 Maximaler Sauerstoffanteil in der
Beatmungsluft

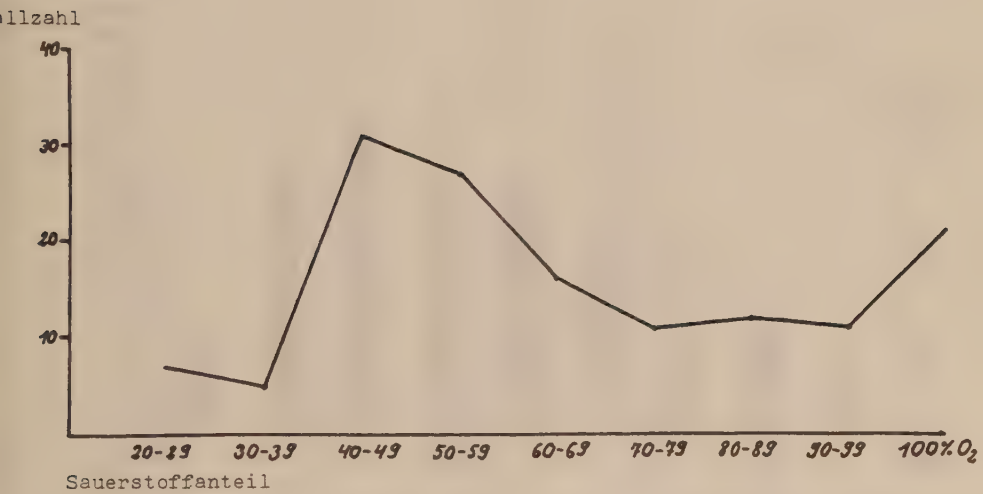


Abb. 10 Maximaler Beatmungsdruck

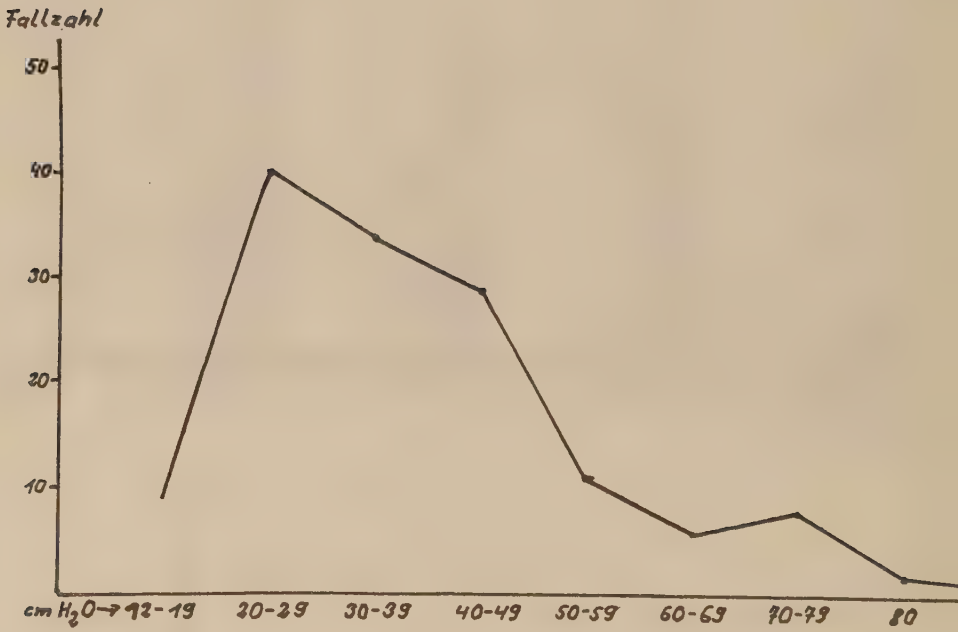


Abb. 11 Ausgang der Behandlung pro Jahr

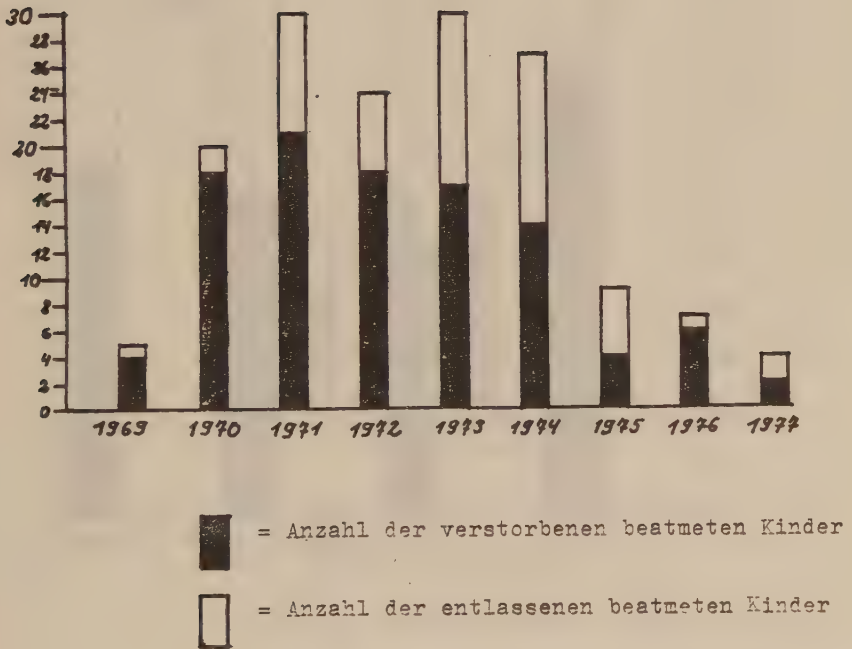
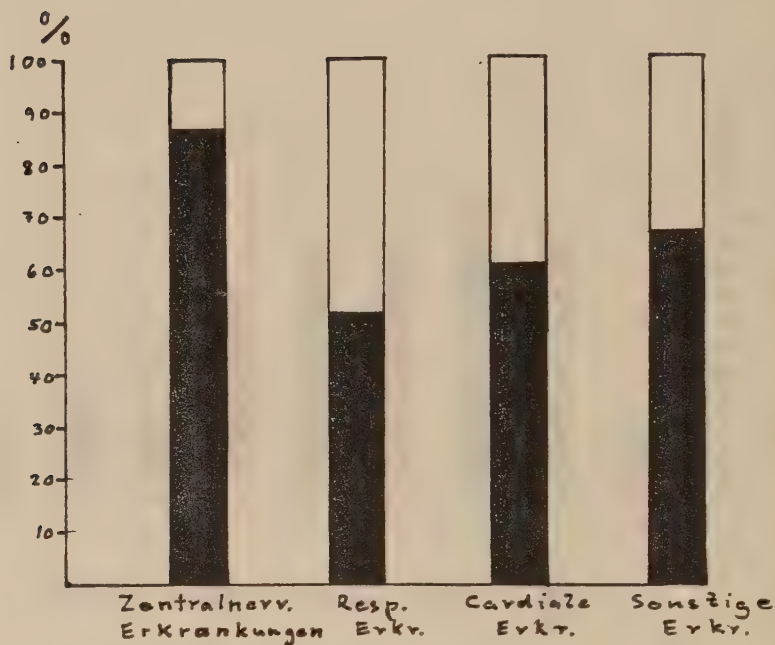


Abb. 12 Ausgang der Behandlung bei den vier
Grossgruppen der Grundkrankheiten

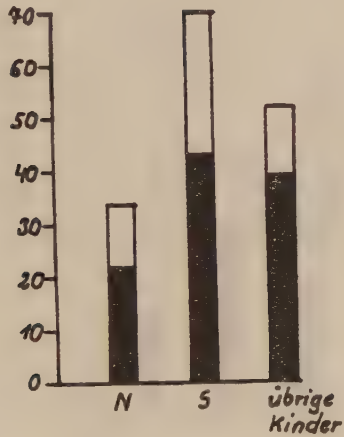


 = Anzahl der entlassenen Kinder

 = Anzahl der verstorbenen Kinder

Abb 13 Ausgang der Behandlung

Anzahl der
Kinder

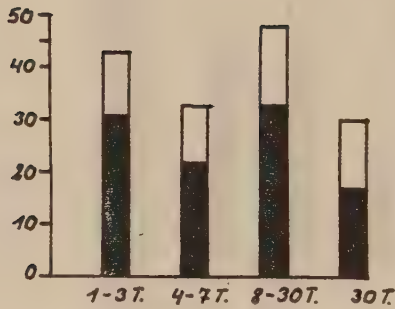


= Anzahl der verstorbenen Kinder



= Anzahl der entlassenen Kinder

Abb. 14 Ausgang der Behandlung im Vergleich zur Beatmungsdauer



= Anzahl der verstorbenen Kinder



= Anzahl der entlassenen Kinder

Abb. 15 Sektionsbefunde von 64 Kindern
in Gruppen

Anzahl der
Kinder



= zentralnervöse Todesursache



= respiratorische Todesursache

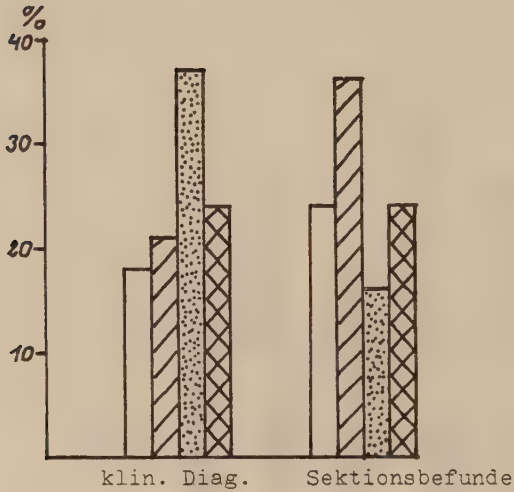


= cardiale Todesursache



= alle übrigen Todesursachen

Abb. 16 Gegenüberstellung von klinischen Diagnosen und Sektionsbefunden



= zentralnervöse Erkrankungen oder Todesursachen



= respiratorische Erkrankungen oder Todesursachen



= kardiologische Erkrankungen oder Todesursachen



= alle übrigen Erkrankungen oder Todesursachen

Literatur

Allen L.P., E.O.R. Reynolds, R.P.A. Rivers, P.N. Souef, P.D. Wimberly: Controlled trial of continuous positive airway pressure given by face mask for hyaline membrane disease. Arch.Dis.Childh. 52 (1978) 373

Becker-Pennrich A.: Übersicht über die Beatmungsfälle der Universitätskinderklinik Mainz in den Jahren 1965 bis 1968. Inauguraldissertation Universität Mainz 1973

Belenky D.A., J. Orr, D.E. Woodrum, W.A. Hodson: Is continuous transpulmonary pressure better than conventional respiratory management of hyaline membrane disease? A controlled study. Pediatrics 58 (1976) 800

Bonta B.W., R. Uauy, J.B. Warhow, E.K. Motoyama: Determination of optimal continuous positive airway pressure for the treatment of IRDS by measurement of esophageal pressure. J.Pediat. 91 (1977) 449

Dangel P., R. Nüssli: Beatmung und Spontanatmung mit positivem endexpiratorischen Druck in der pädiatrischen Intensivbehandlung. Pädiatrische Intensivpflege, Enke Verlag, Stuttgart 1973, 82

Daschner F., W. Marget: Intensivpflegestation - ein Mekka für Bakterien. Pädiatrische Intensivpflege, Enke Verlag, Stuttgart 1973, 110

Dick W., P. Emmrich: Beatmungsgeräte auf einer pädiatrischen Intensivpflegestation. Pädiatrische Intensivpflege, Enke Verlag, Stuttgart 1971, 52

Fekl W., K. Schultis, O. Brand: Die Bedeutung der parenteralen Ernährung in der Intensivtherapie. Intensivbehandlung 1 (1976) 56

Fox W.W., L.S. Berman, R. Dinwiddie, T.H. Shaffer: Tracheal extubation of the neonate at 2 or 3 cm H₂O continuous airway pressure. Pediatrics 59 (1977) 257

Haidvogel M., H. Rosegger, S. Schröfl, W.D. Müller: Entwicklung von Kindern nach mechanischer Atemhilfe in der Neugeborenenperiode. Wien.Klin.Wschr. 88 (1976) 561

Hemming V.G., J.C. Overall, M.R. Britt: Nosocomial infections in a newborn intensivecare unit, results of forty-one months of surveillance. New Engl.J.Med. 294 (1976) 1310

Korr G.: Die Entwicklung der künstlichen und maschinellen Beatmung. Inauguraldissertation Technische Hochschule Aachen 1973

Lang V.O.: Möglichkeiten der elektronischen Atmungsüberwachung in Kombination mit automatischer Atemstimulation in der Pädiatrie. Pädiatrische Intensivpflege, Enke Verlag, Stuttgart 1973, 89

Lang V.O.: Zur Spontanatmung und Beatmung mit positivem endexpiratorischen Druck. Pädiatrische Intensivpflege, Enke Verlag, Stuttgart 1973, 86

Loewenich V.v: Positiver endexpiratorischer Druck mit Bird-Respirator. Pädiatrische Intensivpflege, Enke Verlag, Stuttgart 1973, 84

Loewenich V.v: Apparative Überwachung atemgestörter Kinder. Pädiatrische Intensivpflege, Enke Verlag, Stuttgart 1973, 61

Herden H.N., P. Lawin: Praxis der Intensivbehandlung. Thieme Verlag, Stuttgart 1975, 17

Martin R.J., H.S. Nearman, P.G. Katona, M. Klaus: The effect of a low continuous positive airway pressure on the reflex control of respiration of the preterm infant. J.Pediat. 90 (1976) 976

Mentzel H.: Fehlindikation zur künstlichen Beatmung: Pädiatrische Intensivpflege, Enke Verlag, Stuttgart, 1973, 16

Nars P.W., V.v Tönges, F. Rohner: Idiopathisches Atemnotsyndrom (IRDS): intermittierende (IPPV) oder kontinuierliche Überdruckbeatmung (CPPV), eine vergleichende Studie. Pädiat.u.Pädol. 12 (1977) 118

Neidhardt M., P. Emmrich, A.R. Becker-Pennrich: Dauerbeatmung auf einer pädiatrischen Intensivpflegestation: ein Fünfjahresbericht. Pädiatrische Intensivpflege, Enke Verlag, Stuttgart 1971

Palm D.G., H. Brödner, K. Heller: Probleme der apparativen Atemüberwachung bei Früh- und Neugeborenen. Pädiatrische Intensivpflege, Enke Verlag, Stuttgart 1971, 70

Podlesch I.: Anästhesie und Intensivbehandlung im Säuglings- und Kindesalter. Thieme Verlag, Stuttgart 1977

Podlesch I.: Komplikationen der prolongierten nasotrachealen Intubation im Kindesalter. Pädiatrische Intensivpflege, Enke Verlag, Stuttgart 1973, 68

Pohlandt F., Ch. Krüger, H. Reineke: Apparative Technik, Durchführung und Überwachung der mechanischen Beatmung beim Früh- und Neugeborenen. Ergebnisse bei 91 Fällen. Pädiatrische Intensivpflege, Enke Verlag, Stuttgart 1973, 38

Pollauf F., A. Rosenkranz: Nachuntersuchung maschinell beatmeter Neugeborener. Durchführung und erste Ergebnisse. Mschr. Kinderheilk. 125 (1977) 441

Reineke H., F. Pohlandt, P. Tosberg: Mögliche Folgen der Beatmungstherapie für die Lungen von Früh- und Neugeborenen. Pädiatrische Intensivpflege, Enke Verlag, Stuttgart 1973, 59

Yu V.Y.H., P. Rolfe: Effect of continuous positive airway pressure breathing on cardiorespiratory function in infants with respiratory distress syndrome. Acta paediat. scand. 66 (1974) 59

Sanyal S.K., T.L. Avery, M.K. Thapar, W.T. Hughes, K.S. Harris: Continuous negative chestwall pressure therapy for assisting ventilation in older children with progressive respiratory insufficiency. Acta paediat.scand. 66 (1977) 451

Schöber J.G., U. Flamm, K. Mantel, Th. Zickgraf: Organisation und Krankengut der pädiatrischen Intensivstation. Pädiatrische Intensivpflege, Enke Verlag, Stuttgart 1971, 20

Stemmann E.A., P. Lemburg: Dauerbeatmung auf der pädiatrischen Intensivpflegestation. Pädiatrische Intensivpflege, Enke Verlag, Stuttgart 1971, 154

Tosberg P., F. Pohlandt: Vergleich der Therapie mit zwei verschiedenen Respiratoren (Benett PR 2 und Bird Mark 8). Pädiatrische Intensivpflege, Enke Verlag, Stuttgart 1973, 11

Wagner H.-P.: Atemmechanische Untersuchungen bei assistierender Beatmung. Inauguraldissertation Universität Hamburg 1971

Lebenslauf

Am 15. Januar 1953 wurde ich als einziges Kind des Metzgermeisters Johann Seifert und seiner Ehefrau Hildegard, geb. Ott, in München geboren.

Die Grundschule besuchte ich von 1959 bis 1963 in München. Ab Herbst 1963 besuchte ich das Städtische Luisengymnasium München, wo ich am 23. Juni 1972 die Reifeprüfung ablegte.

Im Sommersemester 1973 begann ich an der Ludwig-Maximilians-Universität in München das Studium der Humanmedizin. Im Frühjahr 1975 bestand ich die ärztliche Vorprüfung, im Frühjahr 1976 den 1. Teil und zwei Jahre später den 2. Teil der ärztlichen Prüfung.

Während der Semesterferien war ich zwei Monate Praktikant an der II. Frauenklinik der Universität München.

Im Praktischen Jahr verbrachte ich vier Monate an der Chirurgischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses Landshut (Prof. Dr. med. Hueck), vier Monate an der Gynäkologisch-Geburtshilflichen Abteilung des Städtischen Krankenhauses München-Neuperlach (Dr. med. Mehring) und vier Monate an der Inneren Abteilung des Städtischen Krankenhauses München-Harlaching (Prof. Dr. H.H. Edel).

Im April 1979 legte ich den schriftlichen Teil, im Mai 1979 den mündlichen Teil des 3. Abschnitts der ärztlichen Prüfung ab.

Am 1. Juni 1979 erhielt ich die Approbation.

Vom 1. Januar bis Ende Dezember 1980 war ich als Assistenzärztin an der Zusatzklinik, Fachklinik für Lungen- und Bronchialkrankheiten der LVA Schwaben beschäftigt.

Von Februar bis Ende November 1981 war ich mit einmonatiger Unterbrechung an der Kinderklinik der Universität München, Dr. v. Haunersches Kinderspital, als Assistenzärztin

